

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DE05/000685

International filing date: 14 April 2005 (14.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 020 499.3

Filing date: 26 April 2004 (26.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 June 2005 (29.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 10 2004 020 499.3

Anmeldetag: 26. April 2004

Anmelder/Inhaber: Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH, 81543 München/DE

Bezeichnung: Schaltungsanordnung zum Betrieb von Hochdruckentladungslampen und Betriebsverfahren für eine Hochdruckentladungslampe

IPC: H 05 B 41/288

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. Juni 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

102004020499.3 vom 26.4.2004



Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH., München

Schaltungsanordnung zum Betrieb von Hochdruckentladungslampen und Betriebsverfahren für eine Hochdruckentladungslampe

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen gemäß des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1, eine Impulszündvorrichtung und eine Hochdruckentladungslampe mit einer Impulszündvorrichtung sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Hochdruckentladungslampe.

I. Stand der Technik

- 5 Eine derartige Schaltungsanordnung ist beispielsweise in dem Artikel von Michael Gulko und Sam Ben-Yaakov „A MHz Electronic Ballast for Automotive-Type HID Lamps“ IEEE Power Electronics Specialists Conference, PESC-97, Seiten 39-45, St. Louis, 1997 beschrieben. In dieser Veröffentlichung wird ein stromgespeister Gegenaktwandler offenbart, der über einen Transformator einen Lastkreis, in den eine 10 Hochdruckentladungslampe geschaltet ist, mit einer hochfrequenten Wechselspannung beaufschlagt. In den Lastkreis ist außerdem die Sekundärwicklung des Zündtransformators einer Zündvorrichtung geschaltet, welche die Zündspannung zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe generiert.

15 Die Offenlegungsschrift WO 98/18297 beschreibt einen Gegenaktwandler, der über einen Transformator einen Lastkreis und eine galvanisch davon getrennte Impulszündvorrichtung mit hochfrequenter Wechselspannung beaufschlagt. In den Lastkreis ist eine Hochdruckentladungslampe geschaltet. Die Impulszündvorrichtung liefert während der Zündphase Hochspannungsimpulse an eine Zündhilfselektrode der Hochdruckentladungslampe.

II. Darstellung der Erfindung

- 20 Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Schaltungsanordnung mit einer verbesserten Spannungsversorgung für die Impulszündvorrichtung bereitzustel-

len. Ferner soll die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung einen Hochfrequenzbetrieb der Hochdruckentladungslampe mit Wechselspannungen im Megahertzbereich und eine sichere Zündung der Gasentladung in der Lampe gewährleisten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1
5 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen beschrieben.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen weist einen Spannungswandler zum Erzeugen einer Wechselspannung sowie einen daran angeschlossenen oder als Bestandteil des Spannungswandlers ausgebildeten Transformator, dessen Sekundärwicklung einen Lastkreis speist, der mit Anschlüssen für eine Hochdruckentladungslampe und für den Zündspannungsausgang einer Impulszündvorrichtung versehen ist, und einen Serienresonanzkreis auf, der zur Spannungsversorgung der Impulszündvorrichtung während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe vorgesehen ist. Mittels des vorgenannten Serienresonanzkreises wird während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe an dem Spannungseingang der Impulszündvorrichtung eine aus der Ausgangsspannung des Spannungswandlers generierte, resonanzüberhöhte Versorgungsspannung bereitgestellt. Durch die mit dem Serienresonanzkreis bewirkte Resonanzüberhöhung der Versorgungsspannung kann für die Impulszündvorrichtung ein Zündtransformator mit einem geringeren Windungsverhältnis zwischen Sekundär- und Primärwicklung und einer dementsprechend reduzierten Induktivität verwendet werden, um die erforderliche Zündspannung für die Hochdruckentladungslampe bereitzustellen. Insbesondere bei Betriebsfrequenzen weit oberhalb von 100 Kilohertz hat die reduzierte Induktivität des Zündtransformators den Vorteil, dass nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe ein deutlich verringelter Spannungsabfall an der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung des Zündtransformators auftritt und dadurch die Verluste in dem Transformator am Spannungsausgang des Spannungswandlers und in den elektronischen Komponenten des Spannungswandlers deutlich reduziert werden. Der vorgenannte Serienresonanzkreis ermöglicht daher die Kombination eines Spannungswandlers, der für vergleichsweise

hohe Betriebsfrequenzen deutlich oberhalb von 100 Kiloherz ausgelegt ist, mit einer Impulszündvorrichtung, deren Zündtransformator unmittelbar in dem vom Spannungswandler versorgten Lastkreis geschaltet ist und die nicht, wie in der Offenlegungsschrift WO 98/18297 beschrieben, galvanisch getrennt von dem Lastkreis angeordnet sein muss. Dadurch kann die Topologie der Schaltungsanordnung erheblich vereinfacht werden. Insbesondere kann bei der Hochdruckentladungslampe auf eine Zündhilfselektrode verzichtet werden. Besonders vorteilhaft kann die Erfindung auf einen einstufigen Spannungswandler, insbesondere einen als stromgespeisten Gegenaktwandler oder als Klasse-E-Konverter ausgebildeten Spannungswandler, angewandt werden, der auf die Erzeugung einer Zwischenkreisspannung verzichtet. Die Schaltungstopologie dieser vorgenannten einstufigen Spannungswandler ist vergleichsweise einfach und daher kostengünstig.

Gemäß einer bevorzugten Variante der Erfindung ist der vorgenannte Serienresonanzkreis an die Sekundärwicklung des Transformators angeschlossen und, bei angeschlossener Hochdruckentladungslampe, parallel zur Entladungsstrecke der Hochdruckentladungslampe geschaltet. Dadurch wird an den Bauteilen des Serienresonanzkreises eine höhere Spannung für die Impulszündvorrichtung generiert als in der Sekundärwicklung des Transformators, wenn die Schaltfrequenz des Spannungswandlers während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe in die Nähe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises liegt. Nach Beendigung der Zündphase wird der Serienresonanzkreis durch die nun leitfähige Entladungsstrecke der Hochdruckentladungslampe kurzgeschlossen und dadurch die Impulszündvorrichtung deaktiviert.

Gemäß einer anderen bevorzugten Variante der Erfindung ist der Serienresonanzkreis auf der Primärseite des Transformators in den Spannungswandler geschaltet. Zu diesem Zweck ist die Resonanzinduktivität des Serienresonanzkreises vorzugsweise als Spartransformator ausgebildet, dessen Sekundärwicklung mit dem Spannungseingang einer Impulszündvorrichtung verbindbar ist. Das Deaktivieren der Impulszündvorrichtung nach Beendigung der Zündphase der Hochdruckentladungslampe kann hier auf einfache Weise durch eine Änderung, vorzugsweise eine Erhöhung, der

Schaltfrequenz des Spannungswandlers herbeigeführt werden. Während der Zündphase liegt die Schaltfrequenz des Spannungswandlers in der Nähe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises.

- Um die Verlustleistung in der Schaltungsanordnung weiter zu verringern, ist in vorteilhafter Weise in dem Lastkreis ein Kondensator angeordnet, der bei angeschlossener Impulszündvorrichtung in Serie zur Sekundärwicklung des Zündtransformators geschaltet ist und dessen Kapazität derart dimensioniert ist, dass er für die von der Impulszündvorrichtung generierten Zündimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe eine teilweise Kompensation der Induktivität des vom Lampenstrom durchflossenen Zündtransformators bewirkt. Dieser Kondensator kann vorteilhaft auch als Bestandteil des Serienresonanzkreises ausgebildet sein.

- Der Serienresonanzkreis ist gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung als Bestandteil einer Impulszündvorrichtung ausgebildet, die, getrennt von den übrigen Komponenten des Betriebsgerätes der Hochdruckentladungslampe, in dem Lampensockel der Hochdruckentladungslampe untergebracht ist. Dadurch sind alle Hochspannung führenden Komponenten in dem Lampensockel angeordnet, so dass die Schnittstelle zwischen dem Betriebsgerät, das den Spannungswandler mit dem Transformator an seinem Spannungsausgang enthält, und der Hochdruckentladungslampe nur mit einer vergleichsweise geringen Spannung von weniger als 100 Volt beaufschlagt wird. Diese Schnittstelle erfordert daher keine Hochspannungsisolierung, sondern nur eine Abschirmung der Hochfrequenz-Wechselspannung, um eine ausreichende elektromagnetische Verträglichkeit des Betriebsgerätes und der Lampe zu gewährleisten. Beispielsweise wird das mittels geerdeter, metallischer Gehäuse bzw. Abschirmungen und Koaxialkabel, deren Abschirmgeflecht ebenfalls geerdet ist, in bekannter Weise erreicht.

- Die erfindungsgemäße Impulszündvorrichtung besitzt daher zusätzlich zu den üblichen Komponenten noch einen Serienresonanzkreis, der mit ihrem Spannungseingang verbunden ist und zur Resonanzüberhöhung der am Spannungseingang bereitgestellten Versorgungsspannung während der Zündphase dient.

- Alternativ oder zusätzlich zu dem vorgenannten Serienresonanzkreis kann auch eine spannungsvervielfachende Kaskadenschaltung in der Schaltungsanordnung oder Impulszündvorrichtung verwendet werden, um eine höhere Eingangsspannung als die von der Sekundärwicklung des Transformators generierte Induktionsspannung für die Impulszündvorrichtung bereitzustellen. Sie bietet in Kombination mit dem Spannungswandler ähnliche Vorteile wie der oben beschriebene Serienresonanzkreis. Allerdings hat die Variante mit dem Serienresonanzkreis gegenüber der mit der Kaskadenschaltung den Vorteil, dass sie kein Schaltmittel zum Deaktivieren der Impulszündvorrichtung benötigt.
- 10 Die spannungsvervielfachende Kaskadenschaltung wird in vorteilhafter Weise entweder direkt von dem Spannungswandler oder von der Sekundärwicklung des Transformatoren am Spannungsausgang des Gegentaktwandlers mit Energie versorgt. Falls die spannungsvervielfachende Kaskadenschaltung in Kombination mit dem Serienresonanzkreis verwendet wird, dann ist der Spannungseingang der Kaskadenschaltung parallel zu einem Resonanzkreisbauteil geschaltet und ihr Spannungsausgang mit dem Spannungseingang der Impulszündvorrichtung verbunden.

Gemäß einer weiteren Variante der Erfindung kann alternativ zu der oben beschriebenen spannungsvervielfachenden Kaskadenschaltung eine symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung in der Schaltungsanordnung oder Impulszündvorrichtung verwendet werden, um eine höhere Eingangsspannung als die von der Sekundärwicklung des Transformatoren generierte Induktionsspannung für die Impulszündvorrichtung bereitzustellen. Sie bietet in Kombination ähnliche Vorteile wie die oben beschriebene Kaskadenschaltung, wenn eine Spannungsverdoppelung ausreichend ist. Diese symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung kann auch in Kombination mit dem oben beschriebenen Serienresonanzkreis verwendet werden. Die symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung hat den Vorteil einer annähernd symmetrische Stromaufnahme während der positiven und negativen Halbwelle der Versorgungsspannung und vermeidet eine unsymmetrische magnetische Aussteuerung des Kerns des Transformatoren am Spannungsausgang des Spannungswandlers.

Die symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung wird in vorteilhafter Weise entweder direkt von dem Spannungswandler oder von der Sekundärwicklung des Transformators am Spannungsausgang des Gegentaktwandlers mit Energie versorgt.

5 Falls die symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung in Kombination mit dem Serienresonanzkreis verwendet wird, dann ist der Spannungseingang der symmetrischen Spannungsverdoppelungsschaltung parallel zu einem Resonanzkreisbauteil geschaltet und ihr Spannungsausgang mit dem Spannungseingang der Impulszündvorrichtung verbunden.

- Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Hochentladungslampe mittels eines Spannungswandlers und einer Impulszündvorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe mit Hilfe eines nahe seiner Resonanzfrequenz betriebenen Serienresonanzkreises oder bzw. und mittels einer spannungsvervielfachenden Kaskadenschaltung eine Erhöhung der Versorgungsspannung für die Impulszündvorrichtung durchgeführt wird.
- 10 Die erfindungsgemäße Betriebsweise ermöglicht einen zuverlässigen Hochfrequenzbetrieb der Hochdruckentladungslampe mit Wechselstromfrequenzen, die weit oberhalb der akustischen Resonanzen des Entladungsmediums innerhalb der Hochdruckentladungslampe liegen. Insbesondere kann durch die erfindungsgemäße Betriebsweise gewährleistet werden, dass einerseits während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe eine ausreichend hohe Zündspannung generiert wird und andererseits nach Beendigung der Zündphase während des Lampenbetriebs die vom hochfrequenten Lampenstrom durchflossene Sekundärwicklung des Zündtransformators keine unzumutbar hohen Leistungsverluste in der Schaltungsanordnung verursacht.
- 20 25 Während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe wird der Spannungswandler in vorteilhafter Weise mit einer Schaltfrequenz nahe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises betrieben, um eine resonanzüberhöhte Versorgungsspannung für die Impulszündvorrichtung bereitzustellen. Nach Beendigung der Zündphase wird die Schaltfrequenz der Schaltmittel des Spannungswandlers vorzugsweise zu

einer Frequenz deutlich oberhalb der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises verlagert, um die Impulszündvorrichtung dadurch zu deaktivieren.

III. Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

Nachstehend wird die Erfindung anhand einiger bevorzugter Ausführungsbeispiele
5 näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 Eine Schaltskizze der Schaltungsanordnung gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung
- Figur 2 Eine Schaltskizze der Schaltungsanordnung gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung
- 10 Figur 3 Eine Schaltskizze der Schaltungsanordnung gemäß eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung
- Figur 4 Eine Schaltskizze der Schaltungsanordnung gemäß eines vierten Ausführungsbeispiels der Erfindung
- 15 Figur 5 Eine Schaltskizze der Impulszündvorrichtung für das erste bis vierte Ausführungsbeispiel
- Figur 6 Eine Schaltskizze der Schaltungsanordnung gemäß des fünften bis acht
Ausführungsbeispiels der Erfindung
- 20 Figur 7 Eine Schaltskizze einer Kaskadenschaltung zur Versorgung der Impulszündvorrichtung des in Figur 6 abgebildeten fünften Ausführungsbeispiels
- Figur 8 Eine Schaltskizze einer Kombination der Kaskadenschaltung mit der Impulszündvorrichtung für das in Figur 6 abgebildete fünfte Ausführungsbeispiel
- 25 Figur 9 Eine Schaltskizze einer symmetrischen Spannungsverdoppelungsschaltung zur Versorgung der Impulszündvorrichtung des in Figur 6 abgebildeten sechsten Ausführungsbeispiels

Figur 10 Eine Schaltskizze einer Kombination der symmetrischen Spannungsverdoppelungsschaltung mit der Impulszündvorrichtung für das in Figur 6 abgebildete sechste Ausführungsbeispiel

Bei den in Figuren 1 bis 8 abgebildeten Ausführungsbeispielen der Erfindung handelt
5 es sich um Schaltungsanordnungen und Impulszündvorrichtungen für den Betrieb
einer quecksilberfreien Halogen-Metalldampf-Hochdruckentladungslampe mit einer
elektrischen Leistungsaufnahme von ca. 35 Watt, die für den Einsatz in dem Schein-
werfer eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist.

In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfundungsgemäßen Schaltungsan-
ordnung zum Betreiben der oben genannten quecksilberfreien Halogen-Metalldampf-
Hochdruckentladungslampe abgebildet. Zusätzlich ist auch eine Impulszündvorrich-
tung zum Zünden der Gasentladung in der quecksilberfreien Halogen-Metalldampf-
Hochdruckentladungslampe abgebildet, die in dem Lampensockel untergebracht ist.
Die Schaltungsanordnung umfasst eine Gleichspannungsquelle U0, die von der Bat-
terie bzw. Lichtmaschine des Kraftfahrzeugs gebildet wird, und eine Drossel L1,
15 einen Kondensator C1, zwei steuerbare Halbleiterschalter S1, S2 mit jeweils einer
parallel dazu geschalteten Diode D1 bzw. D2 und einen Transformator T1 mit zwei
Primär- und einer Sekundärwicklung. Die Schalter S1, S2 sind als Feldeffekttransis-
toren (MOSFETS) ausgebildet und bei den Dioden D1 bzw. D2 handelt es sich um
20 die in den Feldeffekttransistor S1 bzw. S2 integrierte sogenannte Body-Diode. Die
Drossel L1, der Kondensator C1, die Halbleiterschalter S1, S2 mit ihren Dioden D1,
D2 und der Transformator T1 sind nach der Art eines stromgespeisten Gegentakt-
wandlers, wie in dem oben zitierten Stand der Technik beschrieben, miteinander ver-
schaltet. Mit Hilfe der Drossel L1 wird an dem Mittenabgriff M1 zwischen den bei-
25 den gleichsinnig gepolten Primärwicklungen des Transformators T1 ein näherungs-
weise konstanter Strom eingeprägt. Die Halbleiterschalter S1, S2 schalten alternie-
rend, so dass immer einer der beiden Schalter S1, S2 geschlossen ist. Die vorgenann-
ten Komponenten der Schaltungsanordnung bilden den Betriebsteil für die Lampe,
der in einem Gehäuse, separat von der Lampe angeordnet ist. An die Sekundärwick-
lung des Transformators T1 ist ein Lastkreis angeschlossen, der mit Anschlüssen für
30

die quecksilberfreie Halogen-Metalldampf-Hochdruckentladungslampe La und die Impulszündvorrichtung ausgestattet ist. Die Impulszündvorrichtung IZV umfasst einen Zündtransformator T2, dessen Sekundärwicklung L2b in den Lastkreis geschaltet ist. Parallel zu der Sekundärwicklung des Transformators T1, die den Spannungsausgang des stromgespeisten Gegentaktwandlers bildet, ist ein Serienresonanzkreis angeschlossen, der aus der Resonanzinduktivität L3 und dem Resonanzkondensator C4 besteht. Der Spannungseingang der Impulszündvorrichtung IZV ist parallel zu dem Resonanzkondensator C4 geschaltet. Der Serienresonanzkreis C4, L3 ist hier als Bestandteil der Impulszündvorrichtung IZV ausgebildet und zusammen mit dieser in dem Sockel der quecksilberfreien Halogen-Metalldampf-Hochdruckentladungslampe La untergebracht. Das Betriebs- und Zündteil sind hier über abgeschirmte Koaxialkabel miteinander verbunden.

Das in Figur 2 abgebildete zweite Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet sich von dem oben beschrieben ersten Ausführungsbeispiel nur dadurch, dass die Komponenten L3, C4 des Serienresonanzkreises nicht als Bestandteil der Impulszündvorrichtung IZV, sondern als Bestandteil des Betriebsteils ausgebildet sind. Aus diesem Grund wurden in den Figuren 1 und 2 für identische Bauteile dieselben Bezugssymbole verwendet.

Die in Figur 3 abgebildete Schaltungsanordnung gemäß des dritten Ausführungsbeispiels unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel nur durch den zusätzlichen Kondensator C6 und die Dimensionierung des Kondensators C5. Aus diesem Grund wurden bei den Ausführungsbeispielen in den Figuren 1 und 3 für identische Bauteile dieselben Bezugssymbole verwendet. Die Kondensatoren C5, C6 und die Induktivität L3 bilden zusammen einen Serienresonanzkreis, der während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La die Impulszündvorrichtung IZV mit Energie versorgt. Der Spannungseingang der Impulszündvorrichtung IZV ist zu diesem Zweck parallel zu den während der Zündphase der Lampe La in Serie geschalteten Kondensatoren C5, C6 geschaltet. Nach Beendigung der Zündphase werden die parallel zu der Entladungsstrecke der Hochdruckentladungslampe La geschalteten Bauteile C5, L3 des Serienresonanzkreises durch die nun leitfähige Entladungsstrecke

der Lampe La kurzgeschlossen und die Schaltfrequenz des stromgespeisten Gegen-
taktwandlers wird so weit erhöht, dass sie nahe der Resonanzfrequenz des Serienre-
sonanzkreise liegt, der von dem nun in Serie zu der Sekundärwicklung L2b des
Zündtransformators T2 geschalteten Kondensators C6 und der vorgenannten Sekun-
5 därtwicklung L2b gebildet wird. Der Kondensator C6 bewirkt, nach Beendigung der
Zündphase, während des Lampenbetriebs eine partielle Kompensation der Induktivi-
tät der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung L2b des Zündtransfor-
mators T2, wodurch die Verlustleistungen in den Halbleiterschaltern S1, S2 des Ge-
gentaktwandlers und dem Transformator T1 reduziert werden.

10 In der Tabelle 1 ist eine Dimensionierung für die in dem ersten bis dritten Ausfüh-
rungsbeispiel verwendeten Bauteile angegeben. Eine Schaltskizze der Impulszünd-
vorrichtung IZV für die vorgenannten Ausführungsbeispiele ist in der Figur 5 abge-
bildet.

Während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La werden die Feldeffekt-
15 transistoren S1, S2 von ihrer, beispielsweise als Mikrocontroller-Steuerung ausgebil-
deten Ansteuerungsvorrichtung (nicht abgebildet) alternierend mit einer Schaltfre-
quenz von 350 Kilohertz geschaltet, die der Resonanzfrequenz des Serienresonanz-
kreises L3, C4 bzw. L3, C5, C6 entspricht. An der Sekundärwicklung des Transfor-
mators T1 wird dadurch eine Wechselspannung von derselben Frequenz generiert,
20 aus der mittels des vorgenannten Serienresonanzkreises eine durch Resonanz über-
höhte Wechselspannung von ca. 2500 Volt erzeugt wird. An dem Kondensator C4
bzw. an der Serienschaltung der Kondensatoren C5, C6 steht daher für die Impuls-
zündvorrichtung IZV eine entsprechend hohe Eingangsspannung U1 zur Verfügung,
die ausreicht, um den Zündkondensator C3 der Impulszündvorrichtung IZV über die
25 Gleichrichterdiode D3 und den Widerstand R1 auf die Durchbruchsspannung der
Funkenstrecke FS der Impulszündvorrichtung IZV aufzuladen. Beim Durchbruch der
Funkenstrecke FS entlädt sich der Kondensator C3 über die Primärwicklung L2a des
Zündtransformators T2 und in seiner Sekundärwicklung L2b werden Hochspan-
nungszündimpulse von bis zu 30000 Volt zum Zünden der Gasentladung in der
30 Hochdruckentladungslampe La generiert. Nach erfolgter Zündung der Gasentladung

in der Hochdruckentladungslampe La werden die Serienresonanzkreisbauteile L3, C4 bzw. L3, C5 durch die nun leitfähige Entladungsstrecke der Lampe La kurzgeschlossen und dadurch reicht die an dem Resonanzkondensator C4 bzw. C5 und C6 bereitgestellte Eingangsspannung für die Impulszündvorrichtung IZV nicht mehr aus, um den Zündkondensator C3 auf die Durchbruchsspannung der Funkenstrecke FS aufzuladen. Nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe La wird die Schaltfrequenz des Gegentaktwandlers auf eine Mittenfrequenz von 550 Kilohertz angehoben und eine Frequenzmodulation des Wechselstroms im Lastkreis mit einem Frequenzhub von 30 Hertz und einer Modulationsfrequenz von 500 Hertz um die vorgenannte Mittenfrequenz durchgeführt. Während dieser Betriebsphase, der sogenannten Anlaufphase oder dem sogenannten Leistungsanlauf der Lampe, wird der Lampe La eine überhöhte Leistung zugeführt, um ein schnelles Verdampfen der Füllungskomponenten des Entladungsmediums der Hochdruckentladungslampe La und damit in möglichst kurzer Zeit die volle Lichtemission der Lampe La zu erreichen. Am Ende des vorgenannten Leistungsanlaufs wird die Mittenfrequenz des Lampenwechselstroms auf den Wert von 715 Kilohertz angehoben, um den Betrieb bei der Lampennennleistung von 35 Watt zu gewährleisten. Die oben beschriebene Frequenzmodulation des Lampenstroms dient zur Vermeidung von akustischen Resonanzen in dem Entladungsmedium der Lampe La. Bei ausreichend hohen Wechselstromfrequenzen, bei denen akustische Resonanzen nicht mehr in nennenswertem Maße angeregt werden, kann auf die Frequenzmodulation verzichtet werden.

In der Figur 4 ist die Schaltungsanordnung gemäß eines vierten Ausführungsbeispiels der Erfindung abgebildet. Diese Schaltungsanordnung unterscheidet sich von der ersten Ausführungsbeispiels nur dadurch, dass die Drossel L1 in dem stromge- speisten Gegentaktwandler durch den Spartransformator L4, L4b und die Impuls- zündvorrichtung IZV durch die Impulszündvorrichtung IZV' ersetzt wurde. Identische Bauteile wurden daher in den Figuren 1 und 4 mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Funktion der Drossel L1 wird in dem vierten Ausführungsbeispiel von der Primärwicklung L4 des Spartransformators L4, L4b übernommen. Die Sekundärwicklung L4b des vorgenannten Spartransformators besitzt die zehnfache Windungszahl der Primärwicklung L4 und ist mit dem Spannungseingang der Impuls-

zündvorrichtung IZV' verbunden. Sie versorgt diese während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La mit Energie. Die Induktivität der Primärwicklung L4 beträgt $75 \mu\text{H}$. Die Impulszündvorrichtung IZV' besitzt ebenfalls den in der Figur 5 dargestellten Aufbau, unterscheidet sich aber durch die Dimensionierung ihrer Bau-
5 teile von der Impulszündvorrichtung IZV. Die Bauteile der Impulszündvorrichtung IZV' und ihr Zündtransformator T3 mit der Primär- L3a und Sekundärwicklung L3b sind gemäß der Angaben in der Tabelle 2 dimensioniert.

Während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La wird der stromgespeiste
10 Gegentaktwandler gemäß des vierten Ausführungsbeispiels (Figur 4) mit einer Schaltfrequenz von 100 Kilohertz betrieben. Die Bauteile L4, C1 und T1 bilden während der vorgenannten Zündphase einen Serienresonanzkreis, so dass an der Sekundärwicklung L4b eine mittels der Methode der Resonanzüberhöhung generierte und noch entsprechend des Windungsverhältnisses von Sekundär- und Primärwicklung des Spartransformators L4, L4b erhöhte Eingangsspannung von ungefähr 1000 Volt
15 für die Impulszündvorrichtung IZV' bereitgestellt wird. Diese Eingangsspannung reicht aus, um den Zündkondensator C3 auf die Durchbruchsspannung der Funkenstrecke FS aufzuladen und mittels des Zündtransformators T3 Hochspannungs- impulse zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe La zu generieren. Nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungs-
20 lampe La wird die Schaltfrequenz des Gegentaktwandlers, wie bereits oben bei dem ersten Ausführungsbeispiel wurde, angehoben. Durch die Erhöhung der Schaltfrequenz reicht der Spannungsabfall an dem Spartransformator L4, L4b nicht mehr aus, um den Zündkondensator C3 auf die Durchbruchsspannung der Funkenstrecke FS aufzuladen. Gegebenenfalls kann das Deaktivieren der Impulszündvorrichtung IZV'
25 am Ende der Zündphase aber auch mittels eines zusätzlichen Schalters sichergestellt werden. Der Betrieb der Hochdruckentladungslampe La nach Beendigung ihrer Zündphase ist identisch zu dem ersten Ausführungsbeispiel.

In der Figur 6 ist eine Schaltungsanordnung gemäß des fünften bis achten Ausführungsbeispiels schematisch dargestellt. Diese Schaltungsanordnung umfasst einen stromgespeisten Gegentaktwandler, der identisch zum ersten Ausführungsbeispiel

ausgebildet ist. In Figur 6 ist im Unterschied zur Figur 1 auch der interne Aufbau der Feldeffekttransistoren S1, S2 mit ihren integrierten Body-Dioden und ihrer Sperrschichtkapazität sowie der Ansteuerungsvorrichtung schematisch dargestellt. Identische Bauteile tragen daher in den Figuren 1 und 6 dieselben Bezugszeichen. Das
5 fünfte bis achte Ausführungsbeispiel unterscheiden sich von den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen dadurch, dass die Eingangsspannung für die Impulszündvorrichtung IZV'' nicht mittels eines Serienresonanzkreises, sondern mittels einer spannungsvervielfachenden Schaltung KK erzeugt wird. Bei dem fünften und sechstens Ausführungsbeispiel ist die Schaltung KK als dreistufige Kaskadenschaltung ausgebildet,
10 während sie bei dem siebten und achten Ausführungsbeispiel als eine symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung ausgebildet ist. Die Eingangsspannung U2 für die spannungsvervielfachende Schaltung KK wird an der Sekundärwicklung des Transformators T1 bereitgestellt. Der Spannungseingang j1, j2 der spannungsvervielfachenden Schaltung KK ist parallel zu der Sekundärwicklung des Transfor-
15 mators T1 in den Lastkreis geschaltet.

Gemäß des fünften Ausführungsbeispiels der Erfindung ist die Impulszündvorrichtung IZV'' identisch zu der in Figur 5 dargestellten Impulszündvorrichtung IZV ausgebildet und die Schaltung KK als dreistufige Kaskadenschaltung ausgeführt. Details der dreistufigen Kaskadenschaltung sind in der Figur 7 abgebildet. Angaben zur Dimensionierung der dreistufigen Kaskadenschaltung sind in der Tabelle 3 aufgeführt.
20 Die Ausgangsspannung U1 der dreistufigen Kaskadenschaltung wird dem Spannungseingang der Impulszündvorrichtung IZV'' zugeführt. Während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La wird der Gegentaktwandler mit einer Schaltfrequenz von 100 Kilohertz betrieben und die dreistufige Kaskadenschaltung erhöht die
25 Induktionsspannung der Sekundärwicklung des Transformators T1 entsprechend der Anzahl ihrer Stufen und stellt an ihrem Spannungsausgang die Eingangsspannung U1 für die Impulszündvorrichtung IZV'' zur Verfügung. Am Ende der Zündphase wird die dreistufige Kaskadenschaltung mittels eines Schalters (nicht abgebildet), der ihre Spannungsversorgung unterbricht, abgeschaltet. Der weitere Lampenbetrieb
30 erfolgt wie bereits bei dem ersten Ausführungsbeispiel wurde.

Das sechste Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet sich von dem fünften Ausführungsbeispiel nur dadurch, dass die Impulszündvorrichtung und die dreistufige Kaskadenschaltung miteinander verquickt sind. Das heißt, Bauteile der dreistufigen Kaskadenschaltung, wie zum Beispiel die Kondensatoren C12, C22 und C23,

- 5 bilden auch gleichzeitig Bauteile der Impulszündvorrichtung. Dadurch können Bauteile eingespart werden. In Figur 8 ist der Aufbau der Kombination von dreistufiger Kaskadenschaltung mit der Impulszündvorrichtung schematisch dargestellt. Die Funktion der Schaltungsanordnung und der Betrieb der Lampe La sind identisch zu dem fünften Ausführungsbeispiel.

- 10 Gemäß des siebten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist die Impulszündvorrichtung IZV'' identisch zu der in Figur 5 dargestellten Impulszündvorrichtung IZV ausgebildet und die Schaltung KK als symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung ausgeführt. Details der symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung sind in der Figur 9 abgebildet. Angaben zur Dimensionierung der symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung sind in der Tabelle 4 aufgeführt. Die Ausgangsspannung U1 der symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung wird dem Spannungseingang der Impulszündvorrichtung IZV'' zugeführt. Während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La wird der Gegenaktwandler mit einer Schaltfrequenz von 100 Kilohertz betrieben und die symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung
- 15 verdoppelt die Induktionsspannung der Sekundärwicklung des Transformators T1 und stellt an ihrem Spannungsausgang die Eingangsspannung U1 für die Impulszündvorrichtung IZV'' zur Verfügung. Am Ende der Zündphase wird die symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung mittels eines Schalters (nicht abgebildet), der ihre Spannungsversorgung unterbricht, abgeschaltet. Der weitere Lampenbetrieb
- 20 erfolgt wie bereits bei dem ersten Ausführungsbeispiel wurde.

- 25 Das achte Ausführungsbeispiel der Erfindung unterscheidet sich von dem siebten Ausführungsbeispiel nur dadurch, dass die Impulszündvorrichtung und die symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung miteinander verquickt sind. Das heißt, Bauteile der symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung, wie zum Beispiel die Kondensatoren C7 und C8, bilden auch gleichzeitig Bauteile der Impulszündvorrich-

tung. Dadurch können Bauteile eingespart werden. In Figur 10 ist der Aufbau der Kombination von symmetrischer Spannungsverdoppelungsschaltung mit der Impulszündvorrichtung schematisch dargestellt. Die Funktion der Schaltungsanordnung und der Betrieb der Lampe La sind identisch zu dem siebten Ausführungsbeispiel.

- 5 Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die oben näher beschriebenen Ausführungsbeispiele. Beispielsweise kann die Erfindung auch auf eine Impulszündvorrichtung angewandt werden, deren Zündspannungsausgang zum Anschließen an die Zündhilfselektrode einer Hochdruckentladungslampe vorgesehen ist. Der Spannungseingang der spannungsvervielfachenden Kaskadenschaltung und der symmetrischen Spannungsverdoppelungsschaltung können auch primärseitig mit dem Gegentaktwandler verbunden sein und müssen nicht unbedingt von der Sekundärwicklung T1b des Transformators T1 gespeist werden.
- 10

Tabelle 1: Dimensionierung der Bauteile der Schaltungsanordnungen gemäß des ersten bis dritten Ausführungsbeispiels

	C1	1.0 nF, FKP1 (WIMA)
	C4	33 pF
5	C5	35 pF
	C6	570 pF
	L1	60 µH, 20Wdg. auf RM5, N49 (EPCOS)
	L3	4,6 mH, EFD15, N49, 300 Wdg. (EPCOS)
	T1	EFD25, N59, ohne Luftspalt, Sekundär: 40 Wdg., zwei Primärwicklungen mit jeweils 8 Wdg.
10	T2	Primär: 1 Wdg., Sekundär: 20 Wdg.
	L2b	60 µH
	S1 (& D1)	IRF740, Power-MOSFET (International Rectifier)
	S2 (& D2)	IRF740, Power-MOSFET (International Rectifier)
15	U0	nominal 42 Volt, zulässig: 30 Volt bis 58 Volt
	La	quecksilberfreie Halogen-Metalldampf-Hochdruckentladungslampe, nominal 35 Watt, 45 Volt
	C3	10 nF, 2,5 kV
	D3	zwei Diode BY505 in Reihe geschaltet
20	FS	2000 Volt
	R1	30 Kilo-Ohm

Tabelle 2: Dimensionierung der Bauteile der Impulszündvorrichtung IZV' gemäß des vierten Ausführungsbeispiels

	C3	70 nF, 1000 Volt
25	D3	BY505
	FS	800 Volt
	R1	12 Kilo-Ohm
	T3	Primär: 1 Wdg., Sekundär: 40 Wdg.
	L3b	60 µH

Tabelle 3: Dimensionierung der Bauteile der dreistufigen Kaskadenschaltung gemäß Figur 7

C11, C21, C31	1,0 nF, FKP1 (WIMA)
C12, C22, C32	33 nF, FKP1 (WIMA)
D11, D21, D31	US1M
D12, D22, D32	US1M
FS	2000 Volt
R2	1000 Ohm

Tabelle 4: Dimensionierung der Bauteile der symmetrischen Spannungsverdoppe-

lungsschaltung gemäß Figur 9 und 10

R3	30000 Ohm
D4, D5	BY505
C7, C8	22 nF, 1200 Volt
FS	2000 Volt

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen, wobei die Schaltungsanordnung folgende Merkmale aufweist,

- einen Spannungswandler (S1, S2) zum Erzeugen einer Wechselspannung,
- einen Transformator (T1) mit einer Sekundärwicklung (T1b), der an den Spannungswandler (S1, S2) angeschlossen oder als Bestandteil des Spannungswandlers (S1, S2) ausgebildet ist,
- einen Lastkreis, der von der Sekundärwicklung (T1b) des Transformators (T1) gespeist wird und Anschlüsse für eine Hochdruckentladungslampe (La) und den Zündspannungsausgang einer Impulszündvorrichtung (IZV) aufweist, die zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) dient,

dadurch gekennzeichnet, dass ein Serienresonanzkreis (L3, C4) oder eine spannungsvervielfachende Kaskadenschaltung oder eine symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung oder die Kombination eines Serienresonanzkreises mit einer spannungsvervielfachenden Kaskadenschaltung oder einer symmetrischen Spannungsverdoppelungsschaltung zur Spannungsversorgung der Impulszündvorrichtung (IZV) während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe (La) vorgesehen ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Serienresonanzkreis (L3, C4) an die Sekundärwicklung (T1b) des Transformators (T1) angeschlossen ist und, bei angeschlossener Hochdruckentladungslampe, parallel zur Entladungsstrecke der Hochdruckentladungslampe (La) geschaltet ist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Serienresonanzkreis primärseitig an den Transformator (T1) angeschlossen ist.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonanzinduktivität des Serienresonanzkreises als Spartransformator (L4,

L4b) ausgebildet ist, dessen Sekundärwicklung (L4b) mit dem Spannungseingang einer Impulszündvorrichtung verbindbar ist.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Lastkreis ein Kondensator (C6) angeordnet ist, der bei angeschlossener Impulszündvorrichtung (IZV) in Serie zur Sekundärwicklung (L2b) des Zündtransformators (T2) der Impulszündvorrichtung (IZV) geschaltet ist und derart dimensioniert ist, dass er für die von der Impulszündvorrichtung (IZV) generierten Zündimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) eine teilweise Kompensation der Induktivität des Zündtransformators (L2b) bewirkt.
10
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensator (C6) als Bestandteil des Serienresonanzkreises ausgebildet ist.
- 15 7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die spannungsvervielfachende Kaskadenschaltung während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe (La) von der Sekundärwicklung (T1b) des Transformators (T1) mit Energie versorgt wird.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungseingang der spannungsvervielfachenden Kaskadenschaltung auf der Primärseite des Transformators (T1) in den Spannungswandler (S1, S2) geschaltet ist.
20
9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe (La) von der Sekundärwicklung (T1b) des Transformators (T1) mit Energie versorgt wird.
25
10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungseingang der symmetrischen Spannungsverdoppelungsschaltung

auf der Primärseite des Transfornators (T1) in den Spannungswandler (S1, S2) geschaltet ist.

11. Schaltungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungswandler (S1, S2) als stromgespeister Gegentaktwandler ausgebildet ist.
5
12. Impulszündvorrichtung zum Zünden einer Gasentladung in einer Hochdruckentladungslampe, wobei die Impulszündvorrichtung (IZV) einen Spannungseingang für ihre Versorgungsspannung besitzt,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die Impulszündvorrichtung (IZV) einen Serienresonanzkreis (L3, C4) aufweist, der mit dem Spannungseingang verbunden ist und zur Resonanzüberhöhung der am Spannungseingang bereitgestellten Versorgungsspannung während der Zündphase dient, oder eine spannungsvervielfachende Kaskadenschaltung oder eine symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung oder die Kombination eines Serienresonanzkreises mit einer spannungsvervielfachenden Kaskadenschaltung oder einer symmetrischen Spannungsverdoppelungsschaltung besitzt, deren Ausgangsspannung dem Zündtransformator (T2 bzw. T3) zugeführt wird.
15
13. Impulszündvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Impulszündvorrichtung (IZV) einen Kondensator (C6) besitzt, der in Serie zur Sekundärwicklung (L2b) des Zündtransformators (T2) der Impulszündvorrichtung (IZV) geschaltet ist, als Bestandteil des Serienresonanzkreises (C5, C6, L3) ausgebildet ist und derart dimensioniert ist, dass er für die von der Zündvorrichtung (IZV) generierten Zündspannungsimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) eine teilweise Kompensation der Induktivität des Zündtransformators (L2b) bewirkt.
20
14. Hochdruckentladungslampe mit einer im Lampensockel angeordneten Impulszündvorrichtung nach Anspruch 12 oder 13.
25

15. Verfahren zum Betreiben einer Hochdruckentladungslampe mittels eines Spannungswandlers und einer Impulszündvorrichtung, wobei die Versorgungsspannung für die Impulszündvorrichtung mit Hilfe des Spannungswandlers generiert wird,

5 dadurch gekennzeichnet, dass während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe mit Hilfe eines nahe seiner Resonanz betriebenen Serienresonanzkreises oder einer spannungsvervielfachenden Kaskadenschaltung oder einer symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung oder mittels der Kombination eines Serienresonanzkreises mit einer spannungsvervielfachenden Kaskadenschaltung oder einer symmetrischen Spannungsverdoppelungsschaltung eine Erhöhung der Versorgungsspannung für die Impulszündvorrichtung durchgeführt wird.

10 16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckentladungslampe nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe mit Wechselspannungen betrieben wird, deren Frequenz oberhalb der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises liegt.

15 17. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die spannungsvervielfachende Kaskadenschaltung nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe deaktiviert wird.

20 18. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die symmetrische Spannungsverdoppelungsschaltung nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe deaktiviert wird.

Zusammenfassung

Schaltungsanordnung zum Betrieb von Hochdruckentladungslampen und Betriebsverfahren für eine Hochdruckentladungslampe

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen und ein entsprechendes Betriebsverfahren, wobei die Eingangsspannung für die Impulszündvorrichtung mittels eines Serienresonanzkreises (L3, C4), einer Kaskadenschaltung oder einer symmetrischen Spannungsverdoppelungsschaltung erhöht wird.

5 Figur 1

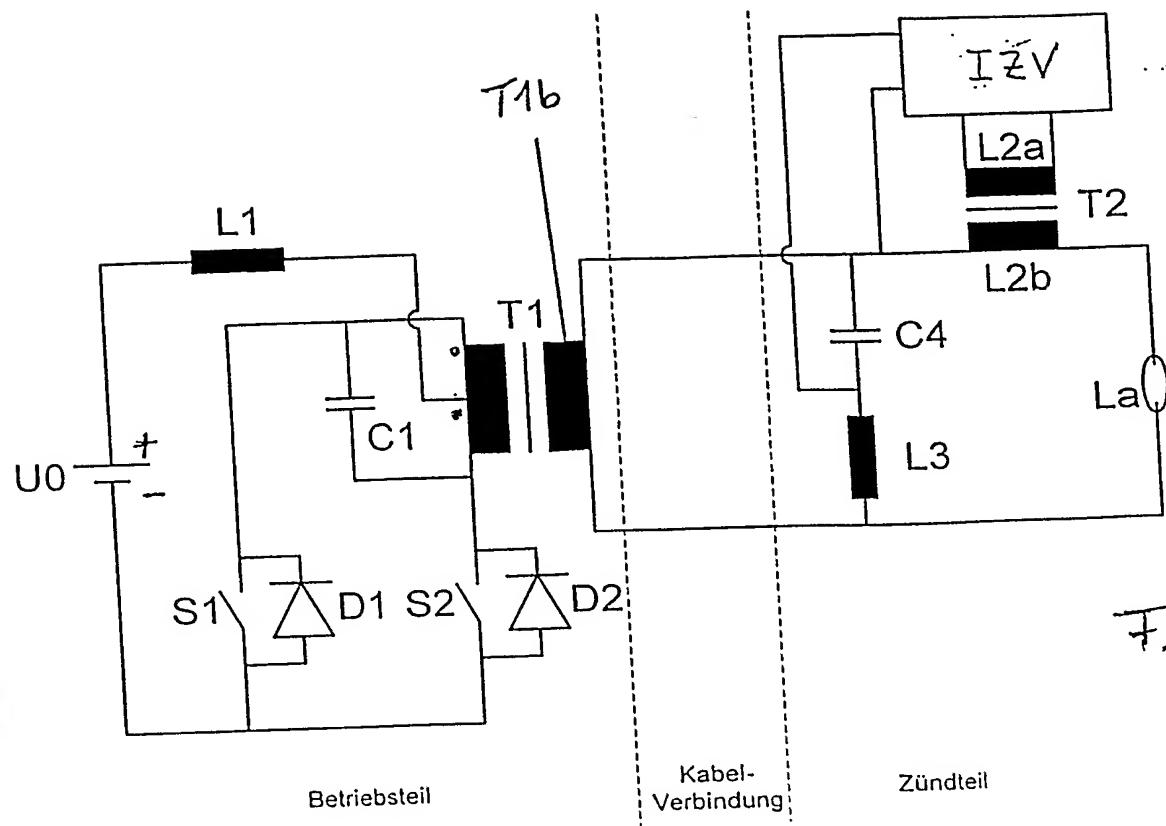


Fig 1

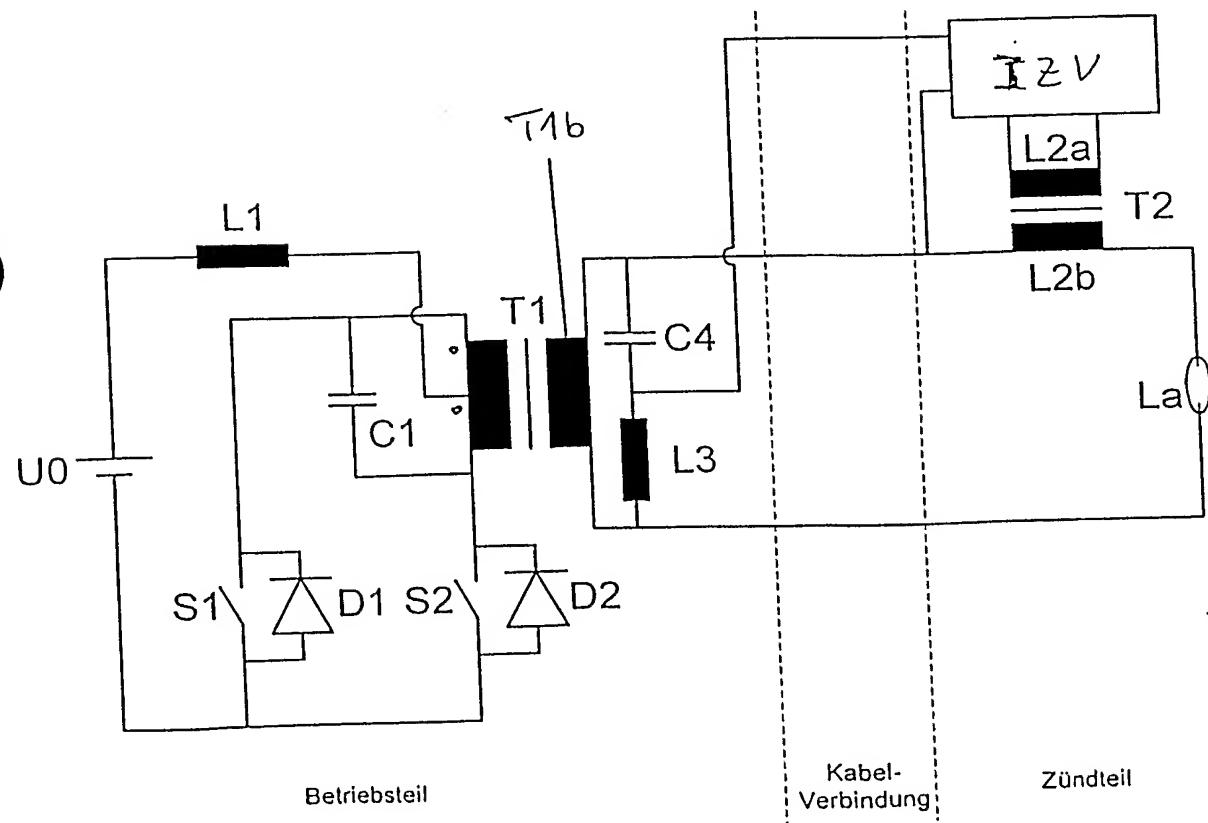


Fig 2

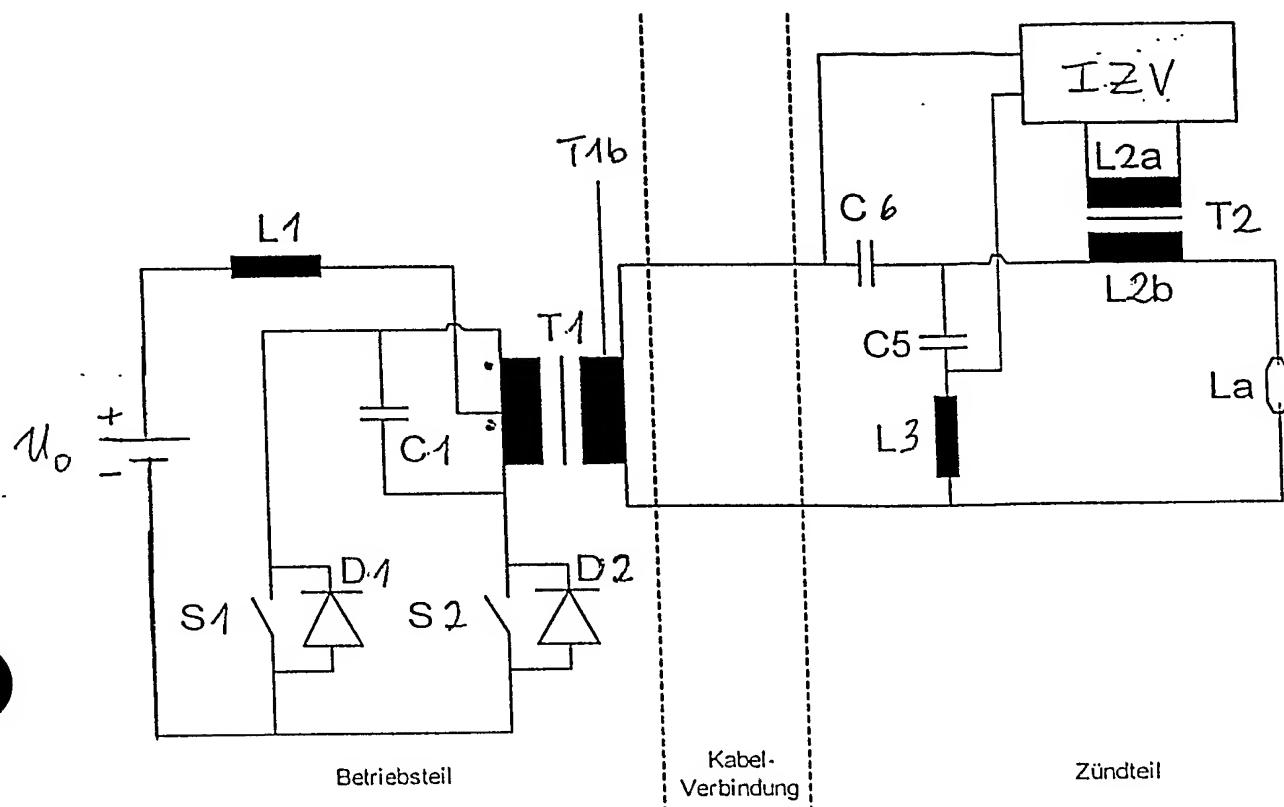


Fig. 3

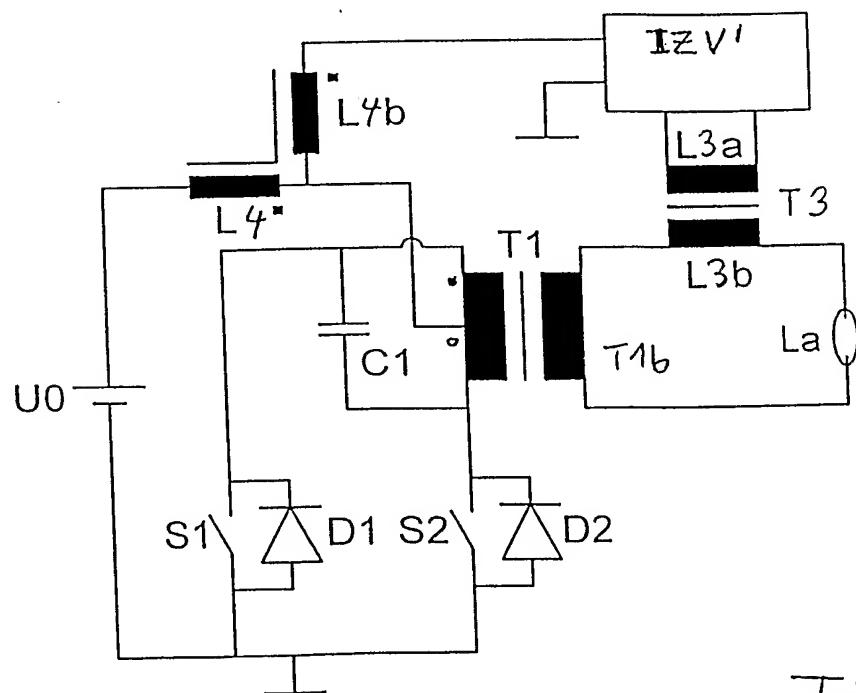


Fig. 4

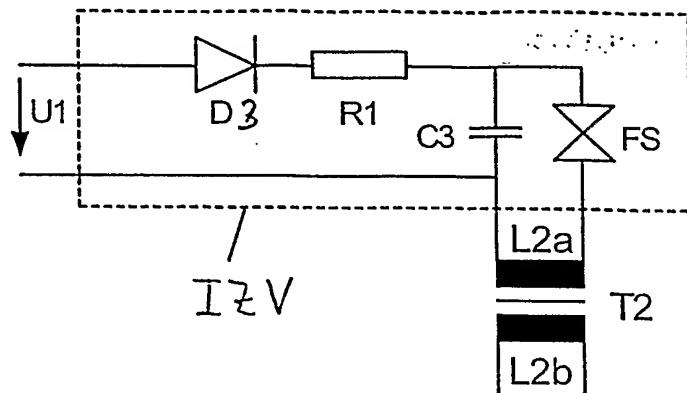


Fig. 5

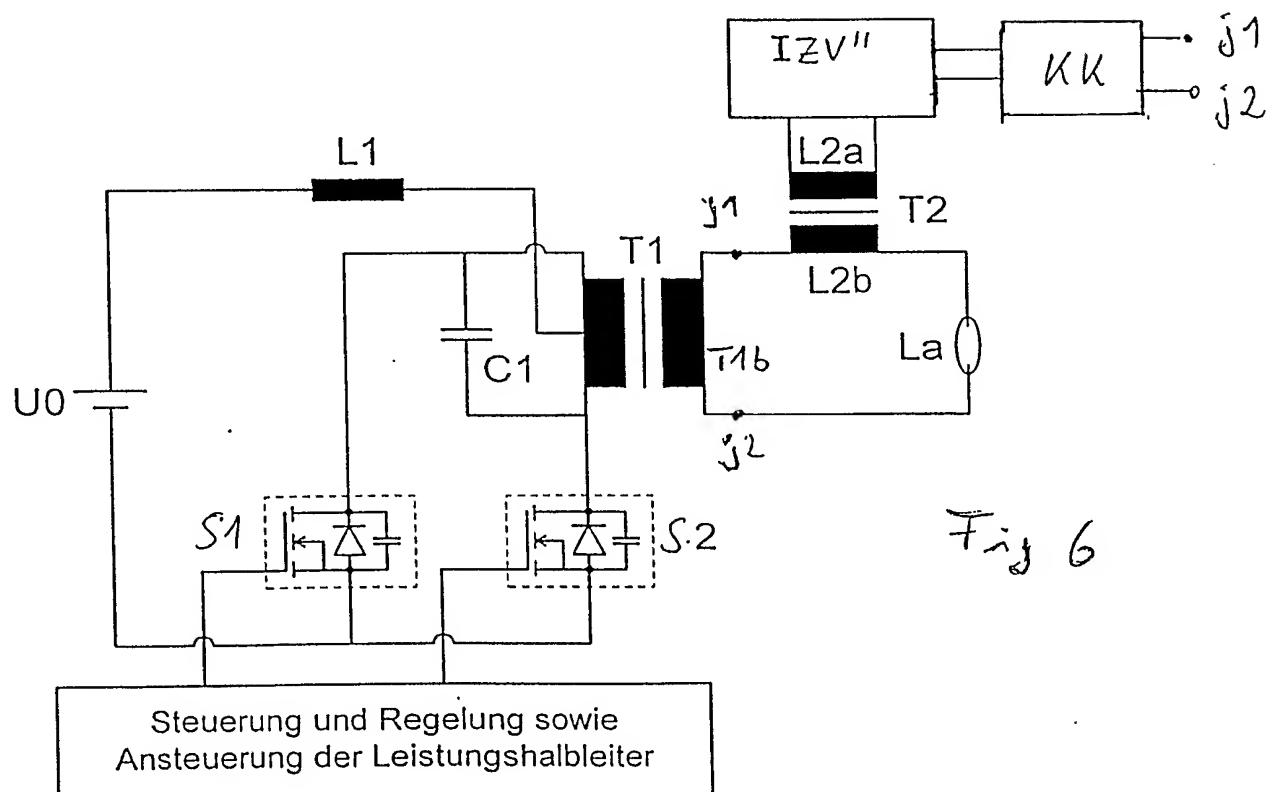


Fig 6

Steuerung und Regelung sowie
Ansteuerung der Leistungshalbleiter

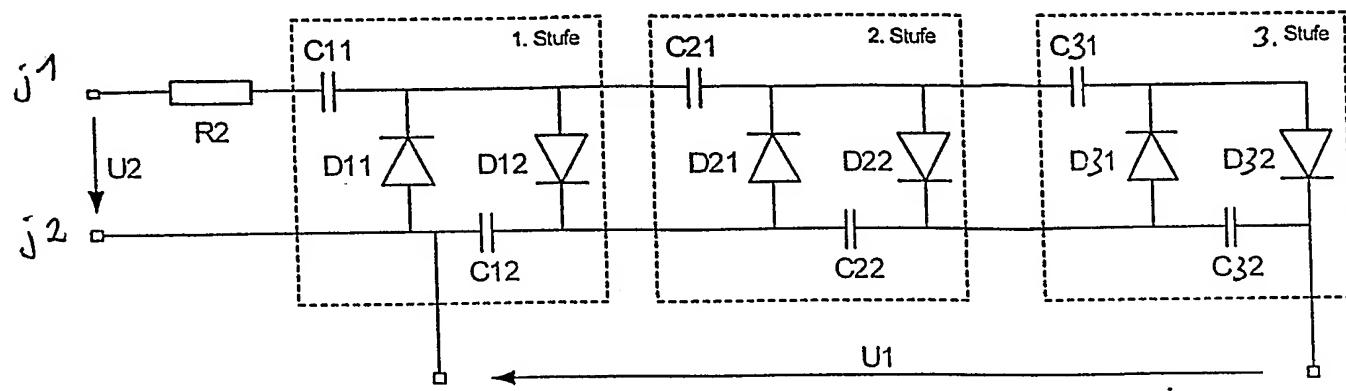


Fig. 7

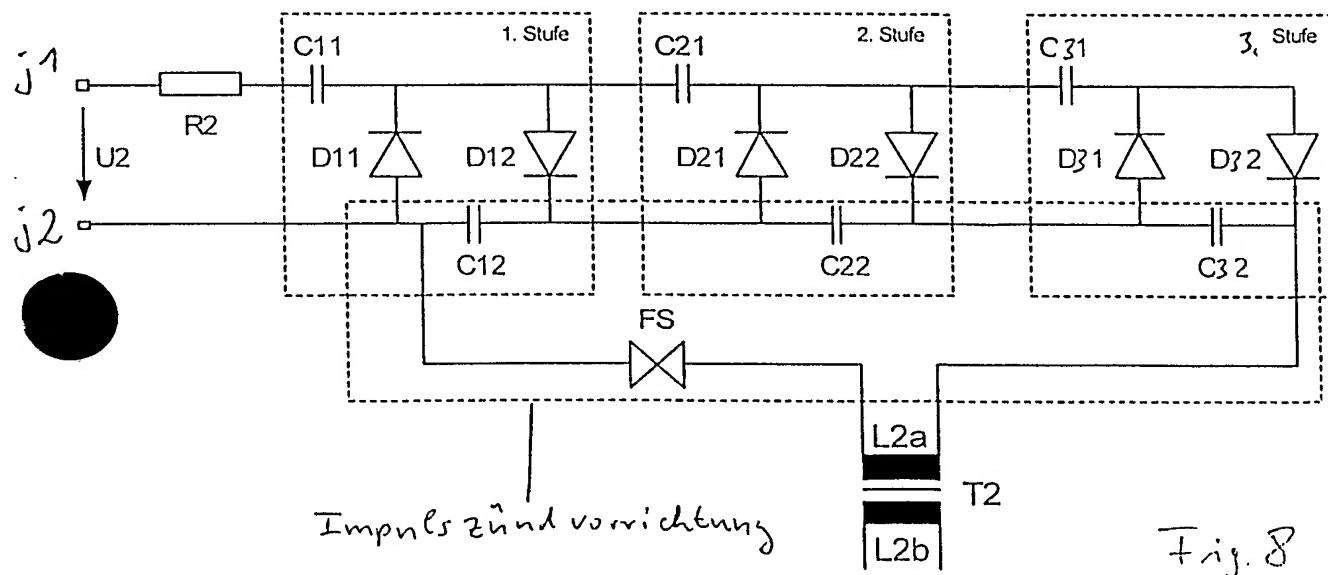


Fig. 8

Fig. 9

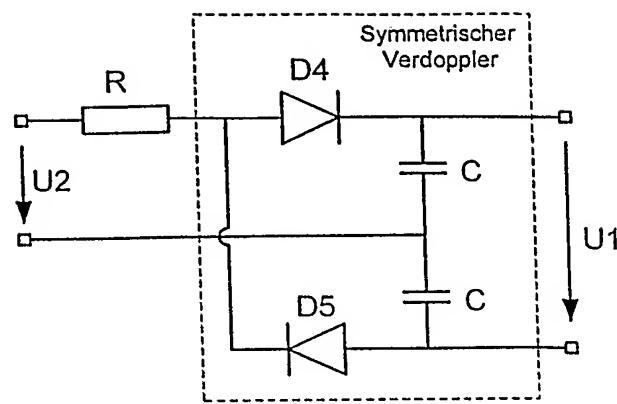


Fig. 10

